

© EPODOC / EPO

PN - JP52148416 A 19771209
PD - 1977-12-09
PR - JP19760065218 19760604
OPD - 1976-06-04
TI - HEAT TREATMENT OF HEAT RESISTANT NI ALLOY
IN - TSUJI ICHIROU; ITOU HITOMI
PA - MITSUBISHI HEAVY IND LTD
IC - C22C19/05 ; C22F1/10

© WPI / DERWENT

TI - Heat treatment of nickel-cobalt-chromium heat resistant alloys - ductile and tough for use as dynamic and static vanes in gas turbines and jet engines
PR - JP19760065218 19760604
PN - JP52148416 A 19771209 DW 197804 000pp
- JP58037382B B 19830816 DW 198336 000pp
PA - (MITO) MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD
IC - C22C19/05 ;C22F1/10
AB - J52148416 Alloy consists (by wt.) of Co 10-35%, Cr 10-35%, Mo 0.5-8%, W less than 5%, Ti 0.5-6%, Al 0.5-6%, C 0.02-0.20%, B 0.005-0.025%, Zr 0.02-0.25%, Ag <0.0025%, Fe <8%, Mn <0.20%, Nb <2.0, Ta <3.0% and balance Ni.
- Alloy is solid solution and age treated in a routine manner, stabilised by heating to 1040-1130 degrees C for 1-6 hrs. and thereafter further aged in a routine manner, to improve ductility and toughness.
OPD - 1976-06-04
AN - 1978-07426A [04]

© PAJ / JPO

PN - JP52148416 A 19771209
PD - 1977-12-09
AP - JP19760065218 19760604
IN - TSUJI ICHIRO; others: 01
PA - MITSUBISHI HEAVY IND LTD
TI - HEAT TREATMENT OF HEAT RESISTANT NI ALLOY
AB - PURPOSE:A heat treatment method to prevent deterioration of a heat resistant Ni-Co-Cr alloy in toughness and ductility at high temperature, which is used for dynamic and static blades of gas turbines and jet engines and high temperature parts of machinery.
I - C22F1/10 ;C22C19/05

⑨日本国特許庁
公開特許公報

⑩特許出願公開
昭52—148416

⑪Int. Cl.² 識別記号 ⑫日本分類 庁内整理番号 ⑬公開 昭和52年(1977)12月9日
C 22 F 1/10 10 J 26 7109—42
C 22 C 19/05 C B H 10 J 25 7109—42 発明の数 1
10 S 41 6339—42 審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ニッケル基耐熱合金の熱処理方法

⑮発明者 伊東 暉

姫路市手柄220番地

⑯特 願 昭51—65218

⑰出 願 人 三菱重工業株式会社

⑱出 願 昭51(1976)6月4日

東京都千代田区丸の内二丁目5
番1号

⑲発明者 辻一郎

⑳復代理人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明石市東野町2027の28

明 細 書

1.発明の名称

ニッケル基耐熱合金の熱処理方法

2.特許請求の範囲

重量%でCo 10～85%、Cr 10～85%、
Mo 0.5～8%、W 5%以下、Ti 0.5～6%、
Al 0.5～6%、C 0.02～0.20%、B 0.005
～0.025%、Zr 0.02～0.25%、Ag
0.0025%以下、Fe 8%以下、Mn 0.2%以
下、Si 0.5%以下、S 0.05%以下、Cu 0.20
%以下、Nb 2.0%以下、Ta 8.0%以下、残部
Niからなるニッケル基耐熱合金を常法に従つた
溶体化処理及び時効処理を行ない、ついでこれ
を1040～1180℃の温度で1～6時間加
熱して安定化処理した後さらに常法に従つた時
効処理を行なうことにより延性、靱性を高める
ことを特徴とするニッケル基耐熱合金の熱処理
方法。

3.発明の詳細な説明

この発明はガスタービン、ジェットエンジンの

動、静翼又は加工機の高熱部分などに用いられ
るNi-Co-Cr系の耐熱合金の熱処理方法に関す
る。

従来ガスタービンの動、静翼などには下記第
1表に示す組成範囲のニッケル基耐熱合金が多
く用いられている。

第 1 表

Co	Cr	Mo	W	Ti	Al
10~85%	10~85%	0.5~8%	0~5%	0.5~6%	0.5~6%
C		B		Zr	Ag
0.02~0.20%		0.005~0.025%		0.02~0.25%	0~0.0025%
Fe	Mn	Si	S	Cu	
0~8%	0~0.2%	0~0.5%	0~0.05%	0~0.20%	
Nb	Ta	Ni			
0~2.0%	0~8.0%	残部			

(注) %は重量%を示す

このニッケル基耐熱合金は、いわゆるγ'相を析出
する析出硬化型合金で第1図のグラフに示すよ
うに溶体化処理A、安定化処理B、時効処理C、
C、などの熱処理を順次行なうことにより組織

中に r' 相を析出させ、その高温強度を増加させるようになっている。しかしこのような従来の熱処理方法では延性、靱性などが低く、とくにガスタービン動翼のように長時間高温に曝露される部品として使用される場合延性、靱性の低下傾向が著しく、使用寿命が短いとともにガスタービンの稼働中に異物が飛来した場合に動翼が破壊する危険を有していた。

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ニッケル基耐熱合金の延性、靱性を高めとくに高温時における靱性、延性の低下を阻止することができるニッケル基耐熱合金の熱処理方法を提供するものである。

すなわち本発明は重量%で Co 10~35%、Cr 10~35%、Mo 0.5~8%、W 5%以下、Ti 0.5~6%、Al 0.5~6%、C 0.02~0.20%、B 0.005~0.025%、Zr 0.02~0.25%、Ag 0.0025%以下、Fe 8%以下、Mn 0.2%以下、Si 0.5%以下、S 0.05%以下、Cu 0.20%以下、Nb 2.0%以下、

Ta 8.0%以下、残部 Ni からなるニッケル基耐熱合金を常法に従った溶体化処理及び時効処理を行ない、ついでこれを 1040~1130℃の温度で 1~6 時間加熱して安定化処理した後さらに常法に従った時効処理を行なうことにより延性、靱性を高めることを特徴とするニッケル基耐熱合金の熱処理方法である。

次に本発明熱処理方法を説明する。

本発明方法に用いるニッケル基耐熱合金はガスタービン若しくはジェットエンジンの羽根、静葉又は加工後の高温部分に從來から多く用いられている析出硬化型合金で、熱処理により r' 相を析出して高温強度が向上するものである。このニッケル基耐熱合金は従来公知のものであるのでこれら添加元素の添加理由を簡単に説明すると、Co、Fe、Mn は母相を安定化する作用を有し、また Cr、Mo、W、Ta は C と結びついて析出強化作用を有し、Ti、Al は Ni と結びついて r' 相を重合析出させる作用を有し、さらに C、B、Zr は粒界を強化する作用を有する元素

で、また Nb は高温強度を高める元素、Si は耐蝕性に寄与する元素である。上述した添加元素の添加量を上記範囲に限定した理由は、添加元素が所定量より少ない場合には夫々所望する効果を発揮することができない為であるが、Mo、W、Ti、Al、Fe、Si、Ta が所定量を超えて添加されると夫々ニッケル基合金が脆化する為である。また Co は所定量を超えて添加されるとクリープ破断強度が低下し、Cr が所定量を超えると好ましくない金属間化合物を析出し、C、B、Zr が所定量を超えると高温使用時の劣化が著しくし、さらに Mn はその添加量が所定量を超えると耐蝕性が著しく低下する為である。なお Ag、Si、Cu は不純物として混合するもので夫々上記範囲内であればその悪影響を受けることはない。

本発明熱処理方法は第 2 図に示すようにまず上記ニッケル基耐熱合金を常法に従って溶体化処理 A する。この溶体化処理 A は一次炭化物を溶く他の相を一旦溶解させて均一な組織とする

ために行なうもので、例えば 1177℃で 4 時間加熱した後冷却する。ついでこの溶体化処理 A 後必要に応じて r' 相を析出させるために安定化処理 B を行なう。この処理 B はたとえば 1179℃で 4 時間加熱した後冷却する。この場合安定化処理 B は、省略することもできる。次にこのニッケル基耐熱合金に時効処理 C₁、C₂ を行う。この時効処理は 1 回で行なうか又は 2 回に分けて行ない、2 回に分けて行う場合には細かい r' 相を析出させるとともに粒界炭化物を析出させる 1 段時効 C₁ とこの 1 段時効 C₁ の後にこれら析出物を成長させるための 2 段時効 C₂ とを行なう。このように時効処理を分けて行う場合には例えば 843℃で 24 時間加熱した後冷却する 1 段時効 C₁ を行ない、次に 760℃で 16 時間加熱した後冷却する 2 段時効 C₂ を行なう。

ここまでの熱処理は従来のニッケル基耐熱合金の熱処理方法と同じであるが、本発明方法で

(整合)

は上記時効処理C₁、C₂の後にさらに安定化処理Dを行ない次いで時効処理Eを行なう。この安定化処理Dは結晶粒界や炭化物の周囲に析出したr'相を整合析出させてその形態を改質して合金の延性、靱性を高めるために行なうもので、ニッケル基耐熱合金を1040～1130℃で1～6時間加熱した後冷却する。この安定化処理Dの加熱温度、加熱時間を上記範囲に限定した理由は加熱温度が1040℃未満の場合及び1130℃を超える場合は夫々r'相の形態が改善されず耐衝撃特性が低下するためである。また加熱時間が1時間未満の場合は金属組織が所望する状態になるまでに至らず、6時間を越えたと粒界炭化物及び粒界周囲のフィルム状炭化物が異常に粗大化して耐衝撃特性が低下するためである。

この安定化処理Dの後常法に従った時効処理Eを行なう。この場合例えば760℃で16時間加熱した後冷却する。

このような熱処理を行なうことによりr'析出

相が細かく分散した最も好ましい状態で析出することとなりニッケル基耐熱合金の靱性、延性が高まる。

なお上記各熱処理工程(A～E)において加熱後に冷却する操作は冷却速度が遅すぎるとr'相が粗大化しやすく又他の不要な析出相が析出しやすくなるため空冷又は水冷など比較的速い冷却速度で行なうのが好ましい。

次に本発明の実施例を説明する。

実施例1

下記第2表に示す化学組成を有するニッケル基耐熱合金を第2図に示すように1177℃で4時間溶体化処理Aした後空冷し、さらに1079℃で4時間安定化処理Bした後空冷し、ついで843℃で24時間1段時効C₁した後空冷し次に760℃で16時間2段時効C₂した後空冷した。さらにこのニッケル基耐熱合金を1075℃で4時間安定化処理Dした後空冷し、さらに760℃で16時間時効処理Eした後空冷した。

第2表

Co	Cr	Mo	W	Ti	Al
15.0%	18.1%	3.15%	1.48%	5.00%	2.60%
C	B	Zr	Ag	Fe	Mn
0.07%	0.021%	0.03%	0.0010%	0.10%	0.05%
Si	S	Cu	Nb	Ta	Ni
0.04%	0.003%	0.01%	0.001%	0.001%	残部

(註) %は重量%を示す。

このように熱処理したニッケル基耐熱合金で底径6.4mm、端点距離32mmのクリープ試験片を作成し、このクリープ試験片にIC345MPaの試験方法に従って843℃の加熱雰囲気中で35.2kg/mm²の応力をかけ、その破断に至るまでの時間と伸びを測定した。その結果を第3表に示す。さらに上記ニッケル基耐熱合金でJIS4号衝撃試験片(幅7.5mm)を作製し、900℃におけるシャルピー衝撃値を測定した。さらに上記衝撃試験片を850℃で1000時間及び10000時間加熱した後冷却してスケールを落しついでこれを900℃に加熱してそれぞれの場合につきシャルピー衝撃値を測定

した。その測定結果を夫々第3表に示す。

なお上記実施例と比較するため上記ニッケル基耐熱合金を本発明に係る安定化処理D、時効処理Eを行なわない従来方法で熱処理し、このように熱処理したニッケル基耐熱合金から上記実施例と同様にクリープ試験片を作製して破断に至るまでの時間及び伸びを測定するとともに衝撃試験片を作製して加熱時の衝撃値及び長時間加熱後の衝撃値を夫々測定した。これらの測定結果を第3表に併記する。

第3表

試験片	破断時間(時)	本発明熱処理材	従来熱処理材
	伸び(%)	180	164
衝撃試験	900℃での衝撃値(kg-m/cm ²)	98	84
	850℃で1000時間加熱した後冷却した試験片の900℃での衝撃値(kg-m/cm ²)	4.3	2.0
	850℃で10000時間加熱した後冷却した試験片の900℃での衝撃値(kg-m/cm ²)	2.0	1.0
		1.8	0.5

第3表に示す結果によれば本発明熱処理材は耐クリープ性が高く又長時間高温で加熱した場合の衝撃値が高く、本発明熱処理を行なうことにより高温時におけるニッケル基耐熱合金の靱性、延性の低下を阻止できることを示している。

実施例2

第2表に示すニッケル基耐熱合金を、実施例1の如く溶体化処理A、安定化処理B、時効処理C₁、C₂し、ついで加熱温度を1050℃、1080℃、1090℃、1100℃、1130℃として夫々の場合につき4時間安定化処理Dした後空冷し、さらに760℃で16時間時効処理Eして空冷した。このように熱処理したニッケル基耐熱合金で実施例1に示した衝撃試験片を作製して900℃でのシャルピー衝撃試験を行ない、その衝撃値を測定した。その測定結果を第4表に示す。

なお上記実施例2と比較するために安定化処理Dを行なう温度を950℃、1000℃、

1150℃と本発明熱処理方法の安定化処理温度範囲から外れる場合及び、本発明に係る安定化処理D、時効処理Eを行なわない従来方法による場合につき実施例2と同様に衝撃試験を行ない、その衝撃値の測定結果を第4表に併記する。

第4表

	安定化処理における加熱温度(℃)	衝撃値 ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$)
本発明熱処理方法	1050	2.6
	1075	4.3
	1090	4.3
	1100	4.2
	1130	2.9
比較方法熱処理	950	1.3
	1000	1.3
	1150	2.0
従来方法	—	2.0

上表の結果によれば本発明方法における安定

化処理を1040～1130℃の温度範囲で行うことにより衝撃値が高くなり靱性が向上することが示されている。

実施例3

第2表に示すニッケル基耐熱合金を実施例1の如く溶体化処理A、安定化処理B、時効処理C₁、C₂を順次行ない、ついで加熱温度を1075℃として1時間、2時間30分、4時間、6時間の安定化処理Dを行つた後空冷し、さらにそれぞれの場合につき760℃で16時間時効処理Eした後空冷した。このように熱処理したニッケル基耐熱合金で実施例1の衝撃試験片を作製して900℃でのシャルピー衝撃試験を行ないその衝撃値を測定した。その測定結果を第5表に示す。

なお上記実施例3と比較するために安定化処理Dを行なう時間を8時間、10時間と本発明熱処理方法の安定化処理時間範囲から外れる場合及び、本発明に係る安定化処理D、時効処理Eを行なわない従来方法による場合につき実施

例3と同様に衝撃試験を行ない、その衝撃値の測定結果を第5表に併記する。

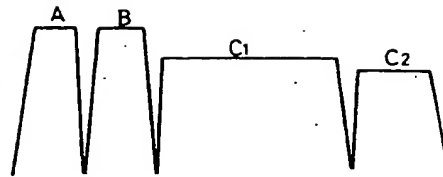
第5表

	安定化処理時間(時間)	衝撃値 ($\text{kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$)
本発明熱処理方法	1	3.0
	2.5	3.5
	4	4.3
	6	3.7
	8	4.4
比較方法熱処理	10	1.5
従来方法	—	2.0

上表の結果によれば本発明の安定化処理を1～6時間で行なうことにより衝撃値が高くなり靱性が向上することが示されている。

以上の結果から明らかなように本発明の熱処理方法によれば、ニッケル基耐熱合金の母相中にγ'相を細く分散した最も好ましい状態^(合金)で析出させて、このニッケル基耐熱合金の靱性、延性

第 1 図

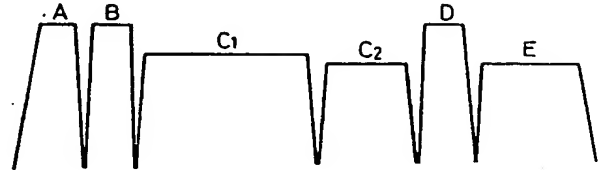


を高めとくに高温時における靱性、延性の低下を阻止することができるので、例えばこの合金をガスタービン若しくはジェットエンジンの翼材又は加工機の高圧部分に用いた場合にその寿命を長くすることができるとともに異物の衝突などによつても破壊することがないなど顕著な効果を奏する。

図面の簡単な説明

第 1 図は従来の熱処理方法を示したグラフ、第 2 図は本発明の熱処理方法を示したグラフである。

第 2 図



出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

手 続 補 正 書

昭和 51.10.27 日

特許庁長官 片 山 石 郎 殿

1. 事件の表示

特願昭 51-65218 号

2. 発明の名称

ニッケル基耐熱合金の熱処理方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(620) 三菱重工業株式会社

4. 復代理人

住所 東京都港区芝西久保桜川町2番地 第17森ビル
〒105 電話 03(502)3181(大代表)

氏名 (5847) 弁理士 鈴 江 武 彦

5. 自発補正

6. 補正の対象

明 細

7. 補正の内容

- (1) 明細書中第 2 頁第 1 行目、第 4 頁第 11 行目及び第 15 頁第 4 行目に「加工機」とあるのを夫々「化工機」と訂正する。
- (2) 同第 3 頁第 5 行目に「……使用される場合延性、……」とあるのを「……使用される場合、延性、……」と訂正する。
- (3) 同第 5 頁第 11 行目に「使用時の劣化が…」とあるのを「使用時の劣化を……」と訂正する。
- (4) 同第 6 頁第 4 行目から同頁第 5 行目にかけて「1179°C」とあるのを「1079°C」と訂正する。
- (5) 同第 7 頁第 14 行目から同頁第 15 行目にかけて「フィルム状炭化物」とあるのを「フィルム状 γ' 相」と訂正する。
- (6) 同第 9 頁第 11 行目から同頁第 12 行目にかけて「このクリープ試験片に IC345 MPA の試験方法に従つて 843°C の加熱雰囲気……」とあるのを「このクリープ試験片に

843°Cの加熱雰囲気中で……」と訂正する。

- (7) 同第9頁第17行目から同頁第19行目に
かけて「上記衝撃試験片を………冷却してス
ケールを落しついで………」とあるのを「上記
ニッケル基合金を850°Cで1000時間及
び10000時間加熱した後、上記衝撃試験片
を作製し、ついで………」と訂正する。
- (8) 同第10頁第14行目(第3表におけるク
リーブ試験の伸びの欄)に「98」とあるの
を「9.8」と訂正し、また「84」とあるの
を「8.4」と夫々訂正する。